

## **Zoommeeting Digitization Board 11.7.24, 8:30-9:25**

KfB, Erik Bründermann, KHuK, Sören Lange, KET, Günter Quast, FI, BDA, Thomas Kuhr, RDM, Hans-Georg Steinrück, Michael Schulz, UI, Pierre Schnizer, KD, Dirk Lützenkirchen-Hecht, KAT, KFN, KFS, KFSI, RDS, RPB, EuCAIF, Johan Messchendorp, ErUM-Data-Hub, SP, Martin Erdmann

## **Short reports of the 5 Topic Groups on current/future activities following various workshops**

### **User Interface (Pierre)**

The group is heading towards a consortium aiming at support of scientists in the daily work by large language models (LLMs). The LLMs will work on the basis of proven information (e.g., arxiv publications). It will enlighten search for relevant literature or documentation, help newcomers, etc.

In addition, a user interface workshop will be held 17.-18.9.24 in Dortmund which will include hands-on sessions using REANA and LLMs.

### **Research Data Management (Hans-Georg, Michael)**

RDM is directly involved in the LLM discussions. They have regular meetings internally. Since the ErUM-Data Connect Day, emails with request for consortia were received. They also send an email to the RDM mailing list, waiting for responses. KFN with KFS discussing a message broker system for high-data rates, especially 2-dim. image data. Distributed storage is being discussed in this context.

### **Big Data Analytics (Thomas)**

The Analysis Facilities Workshop distributed a written report with an ansatz for breaking down the various tasks into work packages:

<https://docs.google.com/document/d/1NDtrFqQw2mJgaQ7OQ721-Xm9KGfCHcNS1dlaR7DBdUM/edit#heading=h.hlp1o7y0hcf4>

Concerning Big Data Analytics projects for the upcoming funding period, a number of BDA consortia know each other well and work independently on a follow-up (e.g. Information Field Theory). One new effort goes into sustainable software who had a meeting last week (includes Christoph Wissing).

### **Knowledge Distribution (Dirk)**

The planning of future workshops/schools is ongoing, one demanding topic is quantum computing and their algorithms that should be headed for in 2025. KD may connect to the LLM effort above. - The journal on synchrotron radiation news plans for a special issue general speaking on digitization transformation with Bridget Murphy, Sören Lange, Andy Goetz reporting e.g. on profiting in Photon physics from high-energy physics, what EOSC for Photons means etc.

### **Federated Infrastructure (Kilian by mail)**

The next meeting will be 8.8.24 where application consortia and research data management have been invited. A follow-up meeting is already in the planning for beginning of the September with the exact date to be found.

## **New developments EuCAIF (Johan)**

Founded interim Management Board with Sascha Caron, Christoph Weniger, Elena Cuoco, Johan Messchendorp, Tilman Plehn. Note the date of next EuCAIF Meeting in Sardinia 16.-20.June 2025. Then a Management Board will be elected. Please disseminate the JENA WP4 Questionnaire and fill it yourself, it will be used to develop a white paper:

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfWtgMraczeJ6OpoPZd-sW4Z2J6HRFZRC3c43a2ufyf4OJdzg/viewform>

## **BMBF Fachgespräch 21.6. (Martin)**

BMBF Division 7 "Provision for the Future - Research for Basic Principles and Sustainable Development" met with its sub-departments for an overarching discussion day on the topic of artificial intelligence. Three external speakers were invited to give 15-minute presentations each followed by a 45-minute discussion. Stefan Müller, Head of Department 7 "Provision for the Future - Research for Basic Principles and Sustainable Development": "We are asking the big questions, which is of course very interesting. We have to be well prepared: When society asks, we always have to have an answer ready."

Main message from our side: Gold standard for Innovation is Physics Domain Knowledge in combination with AI Knowledge (slides attached below).

Question raised: 1) can we save on expensive experiments by creating and studying them as digital twins? (NO, twins are theory, we need experiments to understand nature). 2) The TensorFlow and JAX libraries both come from Google. The concern, of course, is that one day Google will no longer make the further development of these libraries available as open source, but will declare it proprietary software. (YES, need to prepare further developments of these libraries in Europe). 3) This also raises the much larger question of what capabilities we have in Europe and need to develop further in order to secure a resident future. (YES, search machine such as google, chip design & production, training of large language models and others, etc.). 4) Can CERN develop a chip design? (OpenLab is very active and successful, specific question is outside of my expertise). 5) Is everyone actually doing their own research, or are there joint strategies? are companies also involved? (Positive: Strong efforts working together, "DIG-UM", ErUM-Data projects involve companies). 6) How do you deal with the exabyte data? (Extensive discussion on capturing relevant information directly at the device using e.g. neural networks on FPGA etc., SKA mentioned). 7) on the graph of synapse development and parameter development of neural networks (Matthew Schwartz, Amsterdam EuCAIF), especially GPT networks, it was discussed whether these two variables can be equated at all. 8) Discussion on new structures: each one causes communication demands (e.g. NFDI and ErUM-Data are trying to keep developments synchronized).

Conclusions: Artificial intelligence is a very important cross-cutting topic and will be followed further in the Division.

## **Recommendations 2nd BMBF PRISMA Trialog (attached)**

Mrs Basters (PT.DESY) drafted recommendation from the 2nd BMBF Prisma Trialog "Nachhaltigkeit in der Forschung an Großgeräten: Ressourceneffizienz und Zukunftssicherung". The working group 3 discussed on June 26 to suggest only one correction, namely the use of the first sentence in Recommendation 1 as a preamble: "The transformation to greater sustainability in science requires resources that must be made available." This was accepted.

## **Any other business**

Dirk: The NFDI consortia are planning for their second round of applications. The DFG is expressively satisfied with the progress e.g. made in the DAPHE consortium.

Dirk: The google team made a software publication AlphaFold3 in the Nature journal without the referees being able to see the source code. KFS has formulated a statement to the journal, but has no answer yet.

Erik: We should be aware of the Open Science Cluster of photon and neutron (PaN) facilities PaNOSC <https://www.panosoc.eu> which aims at representing this large communities in European politics, driving Open Science services and activities forward, networking people.

## Action Item

Martin will ask Sarah Bühler from PT.DESY on actual plans the dates of the BMBF call and deadline for applications

## Next Meetings:

Next Meeting **15-Aug-2024**, 8:30-9:30 **Digitization Board**

Next Meeting **19-Sep-2024**, 8:30-9:30 **Digitization Board**

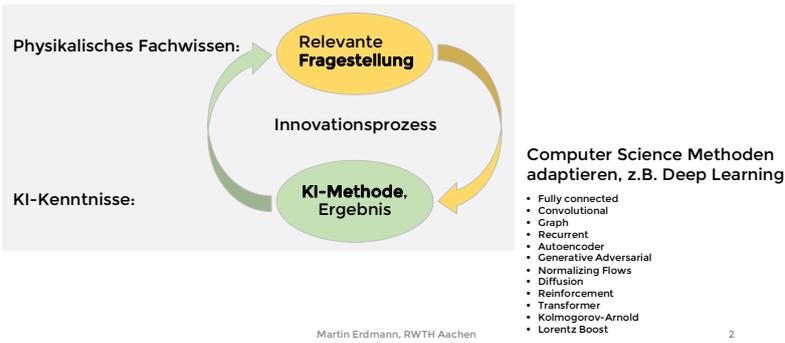
Januar	Februar Hackathon	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober Software Workshop	November Besuch ERUM- Communities	Dezember DIG-UM Annual Meeting
1 Mo <i>Hempax</i>	1 Do	1 Fr. <i>Career Day</i>	1 Mo <i>Oster-montag</i>	1 Mi <i>Tag der Arbeit</i>	1 Sa	1 Mo	1 Do	1 So	1 Di	1 Fr <i>Abendgym</i>	1 So <i>L'Advent</i>
2 Di	2 Fr <i>Semesterende HPV</i>	2 Sa	2 Di <i>Semesterbeginn</i>	2 Do	2 So	2 Di	2 Fr	2 Mo	2 Mi	2 Sa	2 Mo <i>45</i>
3 Mi	3 Sa	3 So	3 Mi	3 Fr	3 Mo	3 Mi	3 Sa	3 Di <i>CEP/N70 Berlin</i>	3 Do <i>Tag der Dt. Einheit</i>	3 So	3 Di
4 Do	4 So	4 Mo <i>OPG</i>	4 Do	4 Sa	4 Di	4 Do	4 So	4 Mi	4 Fr	4 Mo	4 Mi <i>45</i>
5 Fr	5 Di	5 Di <i>Teichbauphysik</i>	5 Fr	5 So	5 Mi	5 Fr	5 Mo	5 Do	5 Sa	5 Di	5 Do
6 Sa <i>Heldje Drei-Könige</i>	6 Di	6 Mi	6 Sa	6 Mo	6 Do	6 Sa	6 Di	6 Fr	6 So	6 Mi	6 Fr
7 So	7 Mi	7 Do	7 So	7 Di	7 Fr	7 So	7 Mi	7 Sa	7 Mo	7 Do	7 Sa
8 Mo	8 Do	8 Fr	8 Mo <i>Realtime ML</i>	8 Mi	8 Sa	8 Mo	8 Do	8 So	8 Di	8 Fr	8 So
9 Di	9 Fr	9 Sa	9 Di <i>Geessen</i>	9 Do <i>Christi-Himmelfahrt</i>	9 So	9 Di	9 Fr	9 Mo	9 Mi	9 Sa	9 Mo <i>50</i>
10 Mi	10 Sa	10 So	10 Mi	10 Fr	10 So <i>ERUM Connect Aachen</i>	10 Mi	10 Sa	10 Di	10 Do	10 So	10 Di
11 Do	11 So	11 Mo <i>OPG</i>	11 Do <i>Workshop Analysis Facilities 8.4. - 12.4.2024</i>	11 Sa	11 Di	11 Do	11 So	11 Mi	11 Fr	11 Mo	11 Mi <i>48</i>
12 Fr	12 Di <i>Reisen-sonntag</i>	12 Di	12 Fr	12 So <i>Muttertag</i>	12 Mi	12 Fr	12 Mo	12 Do	12 Sa	12 Di <i>Community</i>	12 Do
13 Sa	13 Di	13 Mi	13 Sa	13 Mo	13 Do	13 Sa	13 Di	13 Fr	13 So	13 Mi <i>Besuche</i>	13 Fr
14 So	14 Mi	14 Do	14 So	14 Di <i>VLCG HGF Talk</i>	14 Fr	14 So	14 Mi	14 Sa	14 Mo	14 Do	14 Sa <i>42</i>
15 Mo	15 Do	15 Fr	15 Mo	15 Mi <i>PRISMA Triebort Nachschaltgitter</i>	15 Sa	15 Mo	15 Do	15 So	15 Di	15 Fr	15 So
16 Di	16 Fr	16 Sa	16 Di	16 Do	16 So	16 Di	16 Fr	16 Mo	16 Mi	16 Sa	16 Mo <i>51</i>
17 Mi	17 Sa	17 So	17 Mi	17 Fr	17 So <i>Gitarren-Tag Online</i>	17 Mi	17 Sa	17 Di <i>User Interface</i>	17 Do	17 So	17 Di
18 Do	18 So	18 Mo <i>OPG</i>	18 Do	18 Sa	18 Di <i>Analysis Facilities</i>	18 Do	18 So	18 Mi <i>Dortmund</i>	18 Fr	18 Mo	18 Mi <i>47</i>
19 Fr	19 Mo	19 Di	19 Fr	19 So <i>Pflügen</i>	19 Mi <i>Garching</i>	19 Fr	19 So	19 Di	19 Sa	19 Di	19 Do
20 Sa	20 Di	20 Mi <i>KPS/Workshop</i>	20 Sa	20 Mo <i>Pflügen-montag</i>	20 Do	20 Sa	20 Di <i>Competition</i>	20 Fr	20 So	20 Mi	20 Fr
21 So	21 Mi	21 Do <i>Garching</i>	21 So	21 Di <i>School</i>	21 Fr	21 So	21 Mi <i>School</i>	21 Sa	21 Mo	21 Do	21 Sa
22 Mo <i>Workshop*</i>	22 Do	22 Fr	22 Mo	22 Mi <i>DL</i>	22 Do	22 So	22 Di	22 So	22 Di <i>CHEP</i>	22 Fr	22 So
23 Di <i>ERUM</i>	23 Fr	23 Sa	23 Di <i>Hannover</i>	23 Do <i>Advanced</i>	23 So	23 Di	23 Fr	23 Mo	23 Mi	23 Sa	23 Mo <i>52</i>
24 Mi <i>Strategie</i>	24 Sa	24 So	24 Mi <i>Messe</i>	24 Do <i>Bankkassen-Fest</i>	24 Mo	24 Mi	24 Sa	24 Do	24 So	24 Di	24 Di <i>Hellabend</i>
25 Do <i>Leiden</i>	25 So	25 Mo <i>TTT</i>	25 Do	25 Sa	25 Di	25 Do	25 So	25 Mi	25 Fr	25 Mo	25 Do <i>49</i>
26 Fr	26 Mo <i>School</i>	26 Di <i>Dresden</i>	26 Fr	26 So	26 Mi	26 Fr	26 Mo	26 Do	26 Sa	26 Di	26 Do <i>2 Vesp-nachmittag</i>
27 So	27 Di <i>DL Basics</i>	27 Mi	27 Sa	27 Mo	27 Do	27 Sa	27 Di	27 Fr	27 So <i>Ende der Sommerzeit</i>	27 Mi	27 Fr
28 Mo <i>Workshop on Generative Models 27.2. - 29.2.2024</i>	28 Mi <i>How-to-Fest</i>	28 Do	28 So	28 Di	28 Fr	28 So	28 Mi	28 Sa	28 Mo	28 Do	28 Sa
29 Di	29 Do <i>Vahr</i>	29 Fr <i>Katzenfest</i>	29 Mo	29 Mi	29 Sa	29 Mo	29 Do	29 So	29 Di	29 Fr	29 So
30 Di	30 Do <i>SDA Annual Meeting 29.2. - 1.3.2024</i>	30 Sa	30 Di <i>EvCAIFCon24</i>	30 Do <i>Fisch-beisheim</i>	30 So	30 Di	30 Fr	30 Mo <i>Semesterende</i>	30 Mi	30 Sa	30 Mo <i>1</i>
31 Mi	31 Do	31 So <i>Beginn der Sommerzeit</i>	31 Mi	31 Fr	31 Do	31 Mi	31 Sa	31 Do <i>Polsterma-sonntag</i>	31 Di	31 Do <i>Silvester</i>	

# KI in der physikalischen Grundlagenforschung

Innovation KI & Physik 3 Beispiele Exabytes Nachhaltig Vernetzung Bildung

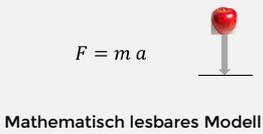
Prof. Dr. Martin Erdmann, RWTH Aachen University, 21-Jun-24

## Innovation: Physikalisches Fachwissen und KI-Kenntnisse

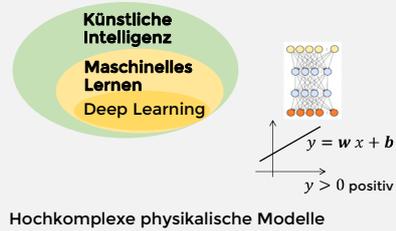


## Physik: Modelle für Naturphänomene

Klassisch: physikalisches Konzept



Daten-getriebene Konzepte



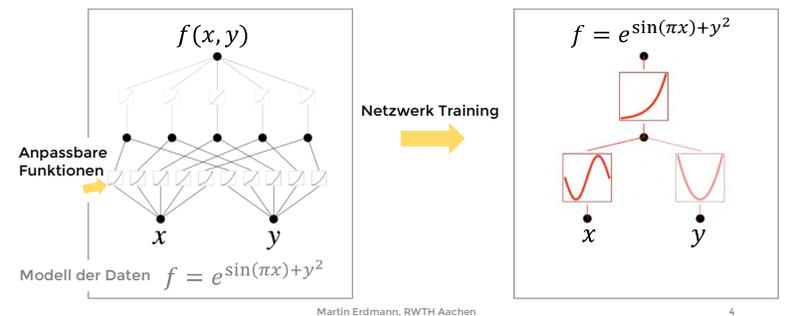
Wissenschaftliche Forschung: Güte der Vorhersage & Gültigkeitsbereich

Martin Erdmann, RWTH Aachen

3

## 'Versöhnung' KI mit klassischer Physik

Lesbare Neuronale Netzwerke: Kolmogorov-Arnold (KAN)



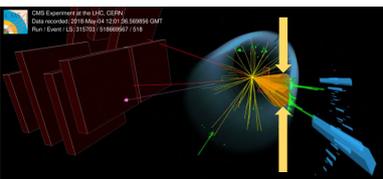
4

arXiv:2404.19756v2, 2-May-2024



$$f(x) = f(x_1, \dots, x_n) \approx \sum_{k=1}^m \Phi_k \left( \sum_{j=1}^n \psi_{kj}(x_j) \right)$$

## Higgs-Bosonen am LHC identifizieren



1 Higgs-Zerfall  $\rightarrow$  2 Bottom-Quarks

Wahrscheinlichkeit

1 Bottom-Quark identifizieren  $p = 65\% \xrightarrow{\text{KI}} 80\%$

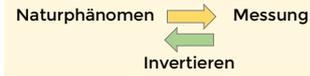
2 Higgs-Bosonen  $\rightarrow$  4 Bottom-Quarks  $p^4 = 18\% \rightarrow 41\%$

KI: dasselbe Signal nach halber LHC-Betriebszeit (>2029)

Martin Erdmann, RWTH Aachen

5

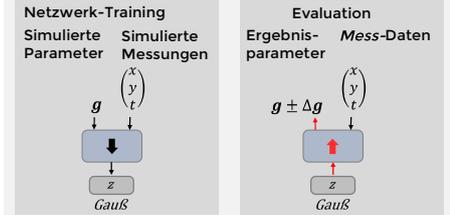
## Ungeahnte Möglichkeiten



Bisher: Mathematik Matrix-Inversion



KI: Invertierbare Netzwerke



Martin Erdmann, RWTH Aachen

6

## Experimente an Großforschungsanlagen: Optimierung der Komponenten

Bisher:  
Aufgaben einzeln optimiert

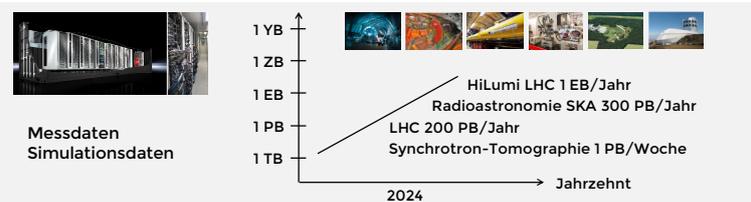


KI:  
Alle Aufgaben von theoretischer Vorstellung bis zum Ergebnis im Gesamtzusammenhang optimieren  
(Aufgabenkette wird vollständig differenzierbar programmiert, JAX)

Martin Erdmann, RWTH Aachen

7

## Exabyte-Forschungsdaten pro Jahr



Herausforderung: Hardware, Dienste, (KI-)Algorithmen rechtzeitig nutzbar haben, um Forschungsdaten für wissenschaftliche Erkenntnisse auszuschöpfen.

Martin Erdmann, RWTH Aachen

8

# Nachhaltigkeit

1) Workshop Mai 2023, Meinerzhagen

KI wird dazu beitragen, Erkenntnisse mit weniger Ressourcen zu erhalten

Publikation Portfolio Maßnahmen  
arXiv:2311.01169



Martin Erdmann, RWTH Aachen

2) BMBF PRISMA Trialog ab Mai 2023

„Nachhaltigkeit in der Forschung an Großgeräten: Ressourceneffizienz & Zukunftssicherung“

Berichtsentwurf in Feedback-Loop



9

# Unterstützung für Nachhaltigkeit mit KI

Potential Large Language Models (GPT):

Training über Vervollständigen

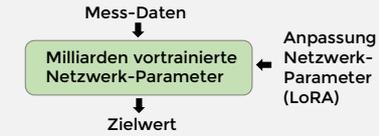
- Welches Wort
  - Welcher Programmbefehl
  - Welcher mathematische Ausdruck
  - ...
- folgt als nächstes?

Dokumentieren → Wiederverwendbarkeit  
Programmieren → bessere Algorithmen  
Berechnungen → Innovation

Martin Erdmann, RWTH Aachen

Vortrainierte Netzwerke (Foundation Models) auf physikalische Fragestellungen anpassen

Anpassungs-Training



Vergleich zu neuem Netzwerk-Training  
→ Reduzierte Trainingszyklen

10

# Organisation

**National**

**BMBF Aktionsplan „ERUM-Data“**

**Selbstorganisation „DIG-UM“**

**ERUM DATA HUB** Astronomie, Beschleuniger, Teilchen, Astroteilchen, Hadronen+Kerne, Synchrotron, Neutronen, Ionen

**DIG-UM**

**NFDI** **Helmholtz-Initiativen** **Datenkompetenzzentren**

**International**

**Selbstorganisation „EuCAIF“**

**EUROPEAN AI FOR FUNDAMENTAL PHYSICS CONFERENCE**  
EuCAIFCon 2024  
30.4.-3.5.2024

**EuCAIF is an European Initiative for advancing the use of Artificial Intelligence (AI) in Fundamental Physics.**

**EOSC** **WLCG** **USA: HEP-Software Foundation**

Martin Erdmann, RWTH Aachen

11

# Weiterbildung Digitale Transformation

**ERUM DATA HUB**

**„Schulen & Workshops“**  
z.B. 4 Tage Vorlesungen, Hands-On, Netzwerken  
>700 Wissenschaftler:innen

**„Train-the-Trainer“**  
2 Tage: Deep Learning Unterrichtsmaterial  
>100 Kolleg:innen

Aachen, Bonn, Berlin, Dortmund, Dresden, Hamburg, Meinerzhagen, München, Stuttgart, Wiehl, Wuppertal...



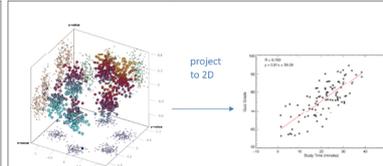
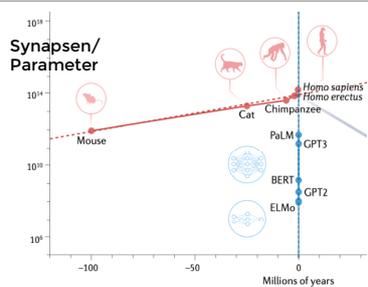
Universitäten, z.B. **RWTH AACHEN UNIVERSITY** Physik-Bachelor seit WS2023/24 +300% Computing

Martin Erdmann, RWTH Aachen

12

# Künstliche Intelligenz und Mensch

Matthew Schwartz, EuCAIF Konferenz Amsterdam 2024



Physik: multi-dimensional

Mensch: 3-dimensionales Begreifen, 2-dim. bildliche Wahrnehmung

KI-Unterstützung für multi-dimensionales Verstehen?

Martin Erdmann, RWTH Aachen

13

1. Physikalische Fachkenntnisse kombiniert mit KI-Wissen hat hohes Innovationspotential.
2. Künstliche Intelligenz (maschinelles Lernen) ist bereits heute essentieller Bestandteil physikalischer Grundlagenforschung.
3. Rasant wachsenden Datenmengen rechtzeitig durch Hardware, Personal für Entwicklung von Diensten und (KI-)Algorithmen nutzbar machen.
4. Unsere digitale Transformation muss beschleunigt werden (siehe USA, andere Länder), mit Auswirkungen weit über Physik-Forschung hinaus.
5. Nachhaltigkeitsmaßnahmen für beschleunigten Fortschritt nutzen.

➔ Vielen Dank für Ihr herausragendes Engagement für den wissenschaftlichen Fortschritt, die Nachwuchsförderung und für die finanzielle Unterstützung durch das BMBF.

Martin Erdmann, RWTH Aachen

14

## **EMPFEHLUNGEN ZUR BERÜCKSICHTIGUNG VON NACHHALTIGKEITSASPEKTEN IN DER NATURWISSENSCHAFTLICHEN GRUNDLAGENFORSCHUNG AN GROßGERÄTEN**

Ergebnisse des 2. Prisma-Trialogs „Nachhaltigkeit in der Forschung an Großgeräten: Ressourceneffizienz und Zukunftssicherung“ am 15.05.2024

Die Transformation zu mehr Nachhaltigkeit in der Wissenschaft benötigt Ressourcen, die bereitgestellt werden müssen. Dies gilt gleichermaßen für alle Bereiche.

Ein aktiver und strukturierter Dialog zwischen Vertretern aus der Forschung, der Politik (inkl. Fördermittelgeber), der Zivilgesellschaft und der Industrie kann eine ressourceneffiziente und nachhaltige Forschung an und Entwicklung von Großgeräten wesentlich unterstützen.

### **1 Nachhaltige Forschungsplanung und -organisation ermöglichen**

Anreize für die nachhaltige Planung und Organisation der Forschung und Anerkennung von Engagement sind essenziell, um die Attraktivität – insbesondere für den wissenschaftlichen Nachwuchs – zu erhöhen. Dazu gehört auch die Finanzierung von Maßnahmen mit Bezug zu mehr Nachhaltigkeit (s. z. B. Softwareentwicklung oder energieeffiziente Weiterentwicklung von Geräten).

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler müssen selbst Verantwortung übernehmen, einen Beitrag zur Reduktion von CO<sub>2</sub>e-Emissionen zu leisten – ohne dabei ihr Forschungsziel zu gefährden. Diese Selbstverpflichtung der Wissenschaft zu einem nachhaltigem Forschungsprozess sollte mit einem Leitfragenkatalog unterstützt werden, der das Bewusstsein dafür schärft, wie eine Reduktion der CO<sub>2</sub>e-Emissionen erreicht werden kann.

Wo möglich sollte die zentrale Koordination und Vernetzung vorangetrieben werden. Dazu gehören die zentrale Bereitstellung teurer Geräte für die gesamte Community sowie der Aufbau einer Austauschplattform zur Nachnutzung von Geräten. Zudem sollten Remote-Nutzungsmöglichkeiten ausgebaut werden. Es müssen entsprechende finanzielle Ressourcen bereitgestellt werden, welche die Reparatur und auch das Upgrade alter Geräte statt des Neukaufs begünstigen (Austausch von Generatoren, neue Detektoren, etc.).

### **2 (Gesetzliche) Rahmenbedingungen anpassen**

Ein regelmäßiger Austausch mit den entsprechenden Gesetzgebern ist notwendig, damit bestehende Hemmnisse frühzeitig erkannt und durch innovative Lösungen abgebaut werden können.

Für die Nachhaltigkeitsberichterstattung sollte eine sinnvolle Priorisierung und Vereinheitlichung vorgenommen werden, welche Richtlinie befolgt und welche Zertifizierung angestrebt werden soll. Dabei ist es zwingend notwendig, auf exzessive Bürokratie zu verzichten – insbesondere vor dem Hintergrund, dass die Nachhaltigkeitsberichterstattung Ressourcen kostet, die bereitgestellt werden müssen. Nichtsdestotrotz ist eine verpflichtende Nachhaltigkeitsberichterstattung entweder nach DNK, CSRD oder ähnlichem zielführend, da dies den internen Prozess zur nachhaltigen Entwicklung sehr fördert. Mit Bezug auf Monitoring und Bilanzierung sind einheitliche Metriken und Zielvorgaben nötig. Nur so wird eine Erfolgsmessung bzgl. Energieeinsparungen – speziell für die Grundlagenforschung an Großgeräten – möglich.

Es ist ratsam, in den Budgets der Forschungsorganisationen Sondertöpfe für Nachhaltigkeitsprojekte zu definieren. Als ein Finanzierungswerkzeug sollte Intracting ermöglicht werden. Zudem sollten die Rahmenbedingungen für Bau, Sanierung und Instandhaltung von Gebäuden förderlicher gestaltet werden.

Bei der Planung neuer Anlagen sollte die Chance genutzt werden, Nachhaltigkeitsaspekte für Design, Bau & Betrieb von Anfang an mitzudenken. Für zukünftige Infrastrukturen sind Lebenszyklusanalysen als Teil der MoU vorzusehen.

### 3 Nachhaltigkeitsaspekte in die Fachausbildung integrieren

In der Ausbildung an Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie in den Forschungsprojekten sind Nachhaltigkeitsaspekte zu berücksichtigen. Insbesondere sollte Wissen vermittelt werden in Gebieten wie „design for sustainability“ und Softwareentwicklung oder im Bereich Energieeffizienz und Kreislaufwirtschaft in der Technologieentwicklung.

Bei der Ausbildung technischen Personals ist die Vermittlung adäquaten Wissens zwingend notwendig, um den Schwerpunkt von Neukauf zu Reparatur der eingesetzten Geräte zu verschieben. Hierbei ist auch auf eine angepasste Personalentwicklung hinzuwirken, um Fachpersonal an den Großforschungseinrichtungen für Reparaturen, Wartung und Betreuung von hochspezialisierten Instrumenten zu halten bzw. zu ergänzen. An den Universitäten sollte den Lehrstühlen wieder mehr technisches Personal pro Professur zugewiesen werden, um personalintensive Reparaturen zu ermöglichen.

### 4 Energieeffiziente (Weiter)entwicklung der Technologien an FIS forcieren

Es ist essenziell Großgeräte wie z. B. Beschleuniger und Detektoren energieeffizient weiterzuentwickeln. Forschung zu höherer Energieeffizienz bei gleicher Performance von Geräten sollte innerhalb von ErUM-Pro/-Data/-Transfer förderfähig gemacht werden.

Energiekonzepte sollten Forschungsinfrastrukturen gesamtheitlich betrachten, da ein großer Anteil des Energieverbrauchs durch die Gebäudetechnik, insbesondere aus Anforderungen an die Klimatisierung zur Konstanthaltung von Lufttemperatur und Luftfeuchte, entsteht. Der Ressourcenverbrauch (u. a. Medien wie Gase und kryogene Flüssigkeiten wie LN<sub>2</sub>) und der Energieverbrauch sollten transparent dargestellt werden. Der Einsatz von Strommesszählern mit Rückspiegelung von Verbrauchswerten in Echtzeit an die Betreiber von Geräten wie Beamlines und Detektoren kann ein positives Feedback durch Einsparziele erreichen.

Die bisherigen Entwicklungen an Forschungsinfrastrukturen, die eine energieeffizientere Betreuung der Großgeräte ermöglichen, sollten besser genutzt werden. Es sollte zentral koordiniert werden, dass gefundene Lösungen in die Anwendung kommen und auf andere Bereiche übertragen werden. Ansatzpunkte für die energieeffiziente Weiterentwicklung der Großgeräte sind etwa neue Fertigungsverfahren für Materialien, Permanentmagnete, Hochtemperatur-Supraleiter oder die Kryotechnologie bei Beschleunigern.

### 5 Kulturwechsel zu nachhaltigem Computing vorantreiben

Ein Kulturwechsel hin zu einem nachhaltigen Computing ist für alle Bereiche der ErUM-Forschung notwendig. Eine Übertragung der im Computing-Bereich entwickelten Methoden und Kompetenzen auf andere daten- und rechenintensive Bereiche ist voranzutreiben.

Die Ressourcen- und Energieeffizienz von IT-Infrastrukturen sollte transparent dargestellt werden. Dies betrifft in gleichem Maße Design, Energieversorgung, Betrieb und Nutzung. Hierfür sollte ein Monitoring zu bestimmender Schlüsselkennzahlen durchgeführt werden.

Bei digitalen Geräten sollten die Gesamtkosten mit Hilfe einer Lebenszyklusanalyse optimiert werden, bei der die Gesamtheit von Anschaffungs-, Wartungs- und Reparaturkosten sowie

Umweltbelastung und Arbeitsaufwand Berücksichtigung findet. Hierzu ist die Entwicklung eines Maßnahmenplans notwendig.

Datenanalyse und -speicherung sind nachhaltig zu gestalten. Hierfür ist es zwingend notwendig, Algorithmen und Verfahren zur Datenextraktion zu erforschen, mit denen bereits während der Datennahme die tatsächlich relevanten Informationen extrahiert und die zu speichernden Datenmengen reduziert werden können.

Die Softwareentwicklung für nachhaltige Ressourcennutzung sollte gefördert werden – auch um im Rahmen der Forschungsprojekte Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler mit der erforderlichen Doppelexpertise in Methoden- und Domainwissen auszustatten.

## 6 Forschung für Nachhaltigkeit vorantreiben und aktiv kommunizieren

Die Forschung an Großgeräten leistet einen zentralen Beitrag, die Herausforderungen des Klimawandels sowie weitere Nachhaltigkeitsherausforderungen wissenschaftsbasiert zu bewältigen. Ein Alleinstellungsmerkmal der Forschung an Großgeräten ist die Kombination von Forschungsinfrastrukturen mit universitärer Forschung und Industrie. So entstehen neueste Tools und innovative Ideen, die auch für die Transformation in Richtung Nachhaltigkeit zwingend notwendig sind. Nachhaltigkeitserfolge an Forschungsinfrastrukturen können als Vorreiter für die Transformation anderer Einrichtungen dienen. An den Großgeräten wird darüber hinaus eine sehr große Zahl von Fachkräften ausgebildet – für Wissenschaft und Gesellschaft. Diese Aspekte sollten breiter kommuniziert und bekannt gemacht werden, damit sie mehr Beachtung finden.

Die an den Forschungsinfrastrukturen betriebene Forschung trägt zur Erreichung wichtiger Nachhaltigkeitsziele bei. Zu den Forschungsbereichen gehören etwa der Bereich Energie – insbesondere mit der Forschung an Batterien und anderen Energiespeichern – Forschung zu Kreislaufwirtschaft häufig vorkommender und seltener Elemente sowie die Erforschung krankheitsrelevanter Proteinstrukturen und Organe, aber auch neue Themen wie Fusion und Photokatalyse.



## Teilnehmende des Prisma-Trialogs

<b>Name</b>	<b>Einrichtung</b>
Prof. Dr. Michael Block	Johannes-Gutenberg-Universität Mainz / GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH <i>Komitee für Hadronen- und Kernphysik</i>
Dr. Erik Bründermann	Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Accelerator Research and Development + Operations II <i>Komitee für Beschleunigerphysik</i>
Prof. Dr. Dr. h.c. Helmut Dosch	Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY <i>Prisma-Forum</i>
Prof. Dr. Michael Düren Prof. Dr. Martin Erdmann	Universität Gießen, Physikalisches Institut RWTH Aachen, III. Physikalisches Institut A <i>DIG-UM (Digital Transformation in the Research on Universe &amp; Matter)</i>
Prof. Dr. Lutz Feld	RWTH Aachen, I. Physikalisches Institut B <i>Komitee für Elementarteilchenphysik</i>
Prof. Dr. Jan-Dierk Grunwaldt	Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Technische Chemie und Polymerchemie (ITCP) <i>Komitee Forschung mit Synchrotronstrahlung</i>
Prof. Dr. Christian Gutt	Universität Siegen, Festkörperphysik <i>Komitee Forschung mit Synchrotronstrahlung</i>
Dr. Karin Haas	Helmholtz-Zentrum Berlin (HZB) <i>Nachhaltigkeitsbeauftragte</i>
Dr. Tobias Haas	European Southern Observatory (ESO) <i>Site Safety Engineer Garching / Vitacura</i>
Dr. Andreas Haungs	Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Astroteilchenphysik
Prof. Dr. Hermann Heßling Prof. Dr. Michèle Heurs	Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin Leibniz Universität Hannover <i>Prisma-Forum</i>
Prof. Dr. Daniela Jacob	Climate Service Center Germany (GERICS), Helmholtz-Zentrum Hereon
Prof. Dr. Birgit Kanngießer	Technische Universität Berlin <i>Prisma-Forum</i>
Prof. Dr. Uli Katz	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Centre for Astroparticle Physics <i>Komitee für Astroteilchenphysik</i>
Sonja Kleiner Dr. Thorsten Kollegger	CERN, HSE-ENV (Environmental Protection Group) GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH / FAIR-IT
Prof. Dr. Ekaterina A. Kostina	Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg <i>Prisma-Forum</i>
Dr. Oleksiy Kozlov Prof. Dr. Thomas Kuhr	Heidelberg Institute of Theoretical Studies (HITS gGmbH) Ludwig-Maximilians-Universität München, Experimental Flavor Physics
Prof. Dr. Mark Lawrence	Forschungsinstitut für Nachhaltigkeit, Helmholtz-Zentrum Potsdam
Dr. Valerie Lang	Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Physikalisches Institut <i>Young High Energy Physicists Association</i>



Dr. Michael Peiniger	ProZukunft GmbH <i>Prisma-Forum</i>
Prof. Dr. Sebastian M. Schmidt	Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) <i>Prisma-Forum</i>
Prof. Dr. Helmut Schober	European Spallation Source (ESS) <i>Prisma-Forum</i>
Prof. Dr. Frank Schreiber	Eberhard Karls Universität Tübingen, Institut für Angewandte Physik
Prof. Dr. Markus Schumacher	Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Physikalisches Institut <i>Komitee für Elementarteilchenphysik</i>
Dr. Kilian Schwarz	Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Fachgruppe Scientific Computing
Dr. Daniel Severin	GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH <i>Komitee Forschung mit nuklearen Sonden und Ionenstrahlen</i>
Prof. Dr. Achim Stahl	RWTH Aachen, III. Physikalisches Institut B
Prof. Dr. Beatriz Roldán Cuenya	Fritz-Haber-Institut der MPG <i>Prisma-Forum</i>
Brittany Thesen	Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen <i>Nachhaltigkeitsbeauftragte</i>
Dr. Fabian Trinkel	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt <i>Koordinator für Nachhaltigkeit in der Helmholtz-Gemeinschaft</i>
Prof. Dr. Joachim H. Ullrich	Deutsche Physikalische Gesellschaft e. V. <i>Prisma-Forum</i>
Dr. Denise Völker	Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY <i>Leiterin Stabsstelle Nachhaltigkeit</i>
Prof. Dr. Stefanie Walch-Gassner	Universität zu Köln, I. Physikalisches Institut <i>Rat deutscher Sternwarten</i>
Prof. Dr. Joachim Wambsganß	Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg; Rat für Informationsinfrastrukturen <i>Prisma-Forum</i>
Dr. Arite Werner	Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) <i>Persönliche Referentin Prof. Dr. Sebastian M. Schmidt</i>
Prof. Dr. Mirijam Zobel	RWTH Aachen, Institut für Kristallographie <i>Komitee Forschung mit Neutronen</i>